

# Systématique et biogéographie du genre *Lamprothamnium* (Characées) Caractéristique des biotopes aquatiques saumâtres

Systematics and biogeography  
of the genus *Lamprothamnium* (Characeae)  
Typical of the brackish-water biotopes

M. GUERLESQUIN<sup>1</sup>

Reçu le 11 juin 1990, accepté pour publication le 21 février 1992\*.

## SUMMARY

All monoecious species of *Lamprothamnium* J. Gr., which often are difficult to distinguish from each another, form a natural group within the Characeae Tribe. The plants, from 5 to 80 cm high, are characterized by a thallus without cortex round the axes and the branchlets, and one tier of stipulodes: these ones are uniform or of irregular size, as numerous as the branchlets, and inserted one below each branchlet. The bract-cells are well developed and verticillate (fig. 1). The common form tends to develop compact foxtail-like upper portions; but a plant with the diffuse habit and extremely elongated branchlets can grow tall in some deeper brackishwater biotopes.

The male and female gametangia are conjoined or sejoined on the branchlet nodes (one of each) and sometimes aggregated at the base of the branchlets. The oogonium below the antheridium is the predominating position. The table 1 is bringing out the measurements of the male and female gametangia published in a few taxa of *Lamprothamnium*. It is obvious that the differences measured between them are so small that they are not a bit help in the species determination.

The dried plants kept in the herbarium have become often breakable and cannot be investigated. The fresh plants must be preserved in ethanol at 70% or in formalin at 5%. The measurements of all parts of the fresh plants have been taken in water under the stereo- or the lightmicroscope with the help of a micrometer eyepiece. The mature plants with sex organs were fixed in acetic ethanol in the ratio of 1/3 for karyological studies, then the standard staining and squashing methods were followed. The chromosomes have been counted in the cells of the antheridial filaments (GUERLESQUIN, 1967).

A few chromosome numbers of four taxa have been published in *Lamprothamnium papulosum* ( $n = \text{ca } 25, 50, 56$  in Europe;  $n = 70, 72$  in Ouzbekistan);

1. I.R.F.A.-U.C.O., Laboratoire de biologie végétale et phytogéographie, 3, place André Leroy, B.P. 808, F-49008 Angers cedex 01, France.

\* Les commentaires seront reçus jusqu'au 30 mars 1993.

$n = 14, 28, 30$  in Australia on some doubtful samples); *Lamprothamnium macropogon* ( $n = 28, 56$  in Australia); *Lamprothamnium succinctum* ( $n = 14, 42$  in India;  $n = 42$  in New Caledonia); *Lamprothamnium succinctum* var. *australiensis* ( $n = 42$  in Australia).

WOOD and IMAHORI (1965) have distinguished three similar species and six forms to which Donterberg (1984) added a new taxon endemic in Argentina. A revised key to the species and varieties of *Lamprothamnium* is propounded (table 2):

1) Stipulodes well developed, of uniform size, male and female gametangia growing together:

a) gametangia at branchlet nodes and at base of branchlet: *L. papulosum*;

b) gametangia restricted to branchlet nodes: *L. hansenii*;

2) Stipulodes irregular in size or absent:

a) male and female gametangia growing on different branchlet nodes and at base of branchlets: *L. succinctum*;

b) male and female gametangia growing on the same branchlet nodes only: *L. haesseliae*.

A few taxa of an uncertain value have been described such as *Lamprothamnium mediterraneum* (Lovric, 1979, 1980).

*Lamprothamnium* is the only genus of Characeae of which all brackish and saline water forms can tolerate wide and sudden fluctuations of the salinity rate (fresh- to hypersaline water and vice versa, NaCl, MgCl<sup>2</sup>, calcium sulphate). The physicochemical composition of a few brackishwater biotopes of Western Europe is mentioned in the table 3. The ratio of Cl<sup>-</sup> can vary from 9 g. l<sup>-1</sup> to 59 g. l<sup>-1</sup> (more than six times); this one of the total salts from 32 g. l<sup>-1</sup> to 170 g. l<sup>-1</sup> (about five times). This fact is making clear the adaptability of these plants to the fluctuations. All the taxa of *Lamprothamnium* are sun-loving plants and thereby they can grow in the biotopes with an appreciable warming action of the sun during the day. In the temporary ponds, the plants are enough quick to develop their life cycle completely before the whole drying up.

The germination occurs in a slightly brackishwater with a mild temperature, after a dormancy time more or less long (from a few months to several years: six in Morocco, GUERLESQUIN *et al.*, 1987). From the germination of the oospore to the fertile plant with mature gametangia, the developmental process needs two or three months.

The aquatic biotopes can be covered with dense mono- or polyspecific vegetations of Characeae into which halophilous Algae (Cyanophyceae, Chlorophyceae) and Angiosperms (*Ruppia* sp., *Zannichellia* sp., *Aithenia* sp., *Zostera* sp. pl., *Potamogeton pectinatus*, *Groenlandia densa*, etc.), are growing together. The brackish biotopes must be permanent (salt- or brackish lakes, stagnant or lightly running water, etc.), temporary (coastal lagoons, salt-marshes, etc.), continental or by the sea.

The taxa of *Lamprothamnium* are widespread in scattered sites between 20° N and 59° N, from Sahara to Southern Norway, also in South Africa, Mauritius, Australia and Tasmania, New Zealand, New Caledonia, Japan, Eastern Asia (Pakistan, India, China), South America (Bolivia, Argentina). Now they are unknown in North and Central America, and the Caribbean Islands. *L. papulosum* is the most widely distributed species (maps 1 and 2).

All the forms are becoming rarefied considerably owing to the great modifications of the very special favourable environments such as the draining or the filling in of the salt-water lakes and the coastal salt-pans. The localities where

*L. papulosum*, the only species present in France, was seen again recently, are very few (map 1).

In its quinquennial review (1987), the Nature Conservancy Council has decided to protect *L. papulosum*, a rare Charophyte in Great Britain, and its favourable habitats. These are often regarded as unproductive « wasteland » and frequently threatened by « the development of recreational amenities, holiday accomodations, shipping and salt industries » which induce pollution, disturbance and complete drying. Thus *L. papulosum* will be the first species of Cryptogams to receive the status of protected plant in the whole world (Moore, 1991).

**Key-words :** Characeae, Lamprothamnium, systematics, ecology, biogeography, plant protection.

## RÉSUMÉ

La publication fait le point des connaissances sur le genre *Lamprothamnium* dans les domaines de la morphologie et du cycle de développement, de l'écologie et des végétations associées, de la répartition des espèces.

Toutes les espèces monoïques de *Lamprothamnium*, parfois difficiles à distinguer les unes des autres, forment un groupe naturel dans la tribu des Chareae. Elles sont caractérisées par un thalle sans cortication et une seule rangée de stipulodes plus ou moins développés et disposés un sous chaque phylloïde. WOOD et IMAHORI (1965) distinguent trois espèces (avec six formes) auxquelles DONTERBERG (1984) ajoute un nouveau taxon endémique d'Argentine. Une clé systématique remaniée est proposée.

C'est le seul genre de Characées dont toutes les formes, peuplant les eaux saumâtres et salées, peuvent supporter de larges et soudaines fluctuations du taux de salinité (eau hypersaline à eau douce et vice versa).

La germination s'opère en eau de faible salinité, à température moyenne et sur un substrat meuble reposant sur de la vase compacte et salée dans des milieux souvent peu profonds, ensoleillés, donc à échauffement diurne notable.

Les biotopes aquatiques, temporaires ou permanents, sont généralement peuplés de végétations mono- ou polyspécifiques de Characées, souvent denses, où peuvent s'introduire des Algues et des Phanérogames halophiles.

Toutes les espèces sont en voie de raréfaction notable en raison de la profonde modification des milieux très spéciaux qui leur sont favorables.

*L. papulosum* se trouve être, à l'échelle mondiale, la première espèce de Cryptogames à recevoir le statut de plante protégée en Grande-Bretagne (MOORE, 1991).

**Mots clés :** Characées, Lamprothamnium, systématique, écologie, biogéographie, protection.

## INTRODUCTION

Les espèces du genre *Lamprothamnium* J. Gr. (1916) sont caractérisées par un thalle sans cortication, par le développement d'une seule rangée de stipulodes placés sous chaque phylloïde, par la monoécie de tous les taxons, par l'habitat saumâtre ou salé (lagunes littorales, marais salants, lacs salés ou saumâtres, etc.) En effet, c'est le seul genre de Characées dont toutes les formes peuvent supporter de larges et soudaines fluctuations du taux de salinité.

Le genre *Lamprothamnium* est présent en Europe, Afrique, Est asiatique, Australie, Amérique du Sud, île Maurice, Nouvelle Zélande, Nouvelle Calédonie, Japon. Toutes les espèces sont en voie de raréfaction notable en raison de la profonde modification des milieux très spéciaux qui leur sont favorables : comblement des points d'eau côtiers, aménagement du littoral, abandon de l'exploitation artisanale des marais salants au profit de salines industrielles beaucoup plus destructrices du substrat, etc.

Le « Nature Conservancy Council » de Grande-Bretagne a décidé en 1987 de protéger *L. papulosum* (Wallr.) J. Gr., Charophyte rare des îles Britanniques et ses biotopes favorables particulièrement menacés. C'est donc la première espèce de Cryptogames à recevoir, à l'échelle mondiale, le statut de plante protégée (MOORE, 1991). Cet auteur pense, avec juste raison, à la perspective d'une future conservation du genre et de ses habitats en Europe. Il semble donc intéressant de faire une mise au point sur ce genre.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

La récolte des plantes se fait soit manuellement en essayant de conserver la base des plantes qui permet d'observer la présence éventuelle de bulbilles sur les rhizoïdes, soit à l'aide de grappins.

Les plantes séchées sous presse peuvent être mises en herbier, mais elles deviennent souvent cassantes et irrécupérables. Les spécimens frais sont conservés dans de l'éthanol à 70 % ou dans du formol du commerce dilué à 5 %. Les mesures sont réalisées sur du matériel frais dans de l'eau sous la loupe binoculaire pour les axes et phylloïdes, sous le microscope pour les gamétanges. Les déterminations chromosomiques sont effectuées sur les filaments donnant naissance aux spermatozoïdes après fixation et coloration suivant les méthodes cytologiques traditionnelles après écrasement (GUERLESQUIN, 1967 ; HOTCHKISS, 1963). La consultation des références bibliographiques, celle de quelques collections (herbier Lloyd [ANG], herbier de l'U.C.O. [ANGUC], herbier Corillon à Angers notamment) ainsi que nos récoltes ont permis de dresser deux cartes de répartition.

## Morphologie

Les espèces appartenant au genre *Lamprothamnium* se distinguent, à l'intérieur de la tribu des *Chareae*, par la présence d'une seule rangée de stipulodes disposés sous chaque phylloïde et par un appareil végétatif non recouvert par un cortex. Cependant l'extrême variabilité observée d'une part dans le nombre et la longueur des stipulodes décombants, d'autre part dans l'organisation végétative des plantes sont la cause de difficultés taxonomiques. L'architecture des plantes adultes varie d'une apparence de « queue de renard » tassée (quelques cm de haut) à celle d'un épi très allongé avec des verticilles de phylloïdes espacés sur l'axe (hauteur totale jusqu'à 80 cm). Plusieurs formes intermédiaires ont été décrites (fig. 1).

Tous les taxons sont monoïques ; les gamétanges, mâle et femelle, peuvent être situés sur les mêmes nœuds (espèces à gamétanges conjoints) ou sur des nœuds différents des phylloïdes (gamétanges disjoints), occasionnellement être groupés au niveau de l'insertion des phylloïdes sur l'axe. De plus, la position de l'oogone par rapport à l'anthéridie n'est pas fixe : le plus fréquemment, l'oogone est inséré sous l'anthéridie à l'inverse des espèces de *Chara*.

Le tableau 1 regroupe les dimensions des gamétanges mesurés dans divers taxons de *Lamprothamnium*. A l'examen, les variations observées tant au niveau de l'appareil végétatif que chez les gamétanges dans les différents taxons du genre sont si faibles qu'elles laissent planer un doute sur la validité du concept spécifique de ce groupe, d'autant que l'écologie de ces plantes halophiles n'est d'aucun secours. Les données chromosomiques demeurent trop restreintes et incomplètes puisqu'elles concernent seulement trois taxons.

## SYSTÉMATIQUE (tableau 2)

WOOD et IMAHORI (1965) distinguent trois espèces de *Lamprothamnium* en se basant sur la disposition régulière ou non des stipulodes, leur longueur, la localisation et le développement des gamétanges mâle et femelle.

DONTERBERG (1984) a décrit une nouvelle espèce d'Argentine, *L. haesseliae*, proche de l'espèce tropicale *L. succinctum* A. Br. in Asch. L'ensemble des scientifiques a adopté la systématique du genre proposé par WOOD et IMAHORI (1965) malgré quelques imperfections inévitables. Cependant personne y compris WOOD (1972) n'a confirmé la variété *australiensis* du *L. succinctum* créée par DAILY (1969).

LOVRIC (1979, 1980) a introduit *L. papulosum* ssp. *mediterraneum* MG dans ses travaux concernant le littoral adriatique de la Yougoslavie. En l'absence de documents de référence (herbiers, publication du type) et devant les difficultés systématiques liées au genre *Lamprothamnium*, il est difficile de préciser le rang taxonomique de ces taxons très peu répandus et si localisés.

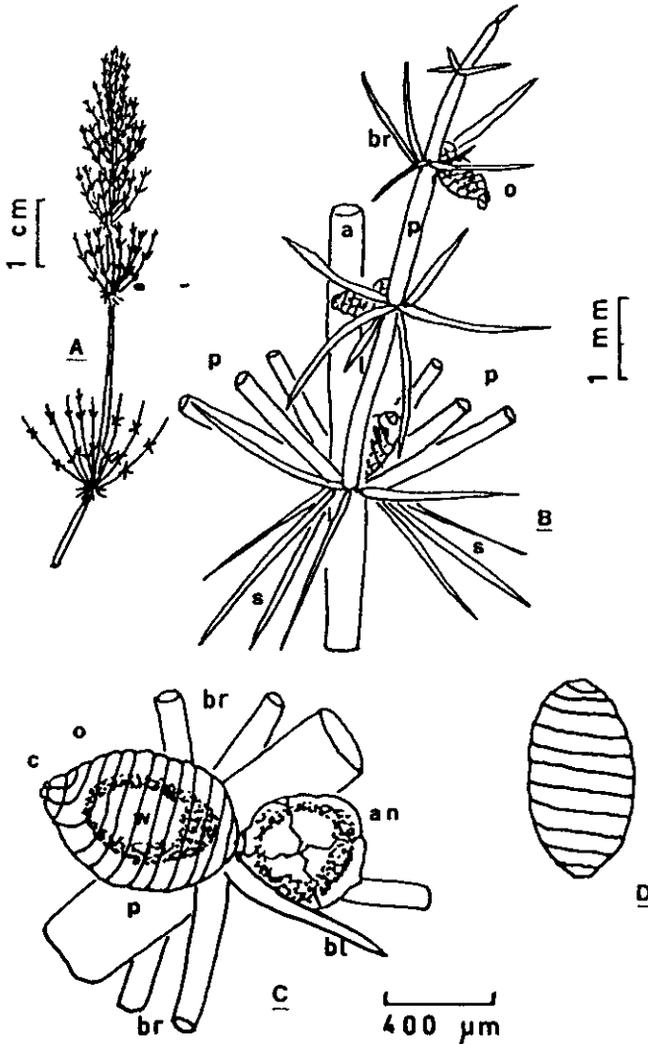


Figure 1 *Lamprothamnium papulosum* (Wallr.) J. Gr.

*Lamprothamnium papulosum* (Wallr.) J. Gr.

A. Port en « queue de rat » montrant l'axe et les verticilles de phylloïdes. B. Nœud axial montrant un phylloïde fertile formé de 3 segments terminé par un apex bicellulaire ; 1 oogone est inséré à la base du phylloïde. C. Oogone et anthéridie développés au nœud d'un phylloïde. D. Oospore.

A. Habit of a plant forming terminal foxtails showing the axis and the whorls of the branchlets. B. Axial node showing a fertile branchlet of 3 segments ; end segment 2-celled ; 1 oogonium at the base of branchlet. C. Oogonium and antheridium conjoined at a branchlet node. D. Oospore.

a, axe ; an, anthéridie ; br, bractée ; bl, bractéole ; c, coronule ; o, oogone, ω, oospore ; p, phylloïde ; s, stipulode.

**Tableau 1** Comparaison des mensurations publiées chez quelques taxons du genre *Lamprothamnium*.

**Table 1** Comparing of the measurements mentioned in a few taxa of *Lamprothamnium*.

	<i>Lamprothamnium papulosum</i> (1, 2)		<i>L. Hansenii</i> (1)	<i>L. Succinctum</i> (3)	<i>L. Haesseliae</i> (4)
	var. <i>papulosum</i>	var. <i>toletanum</i>			
Oogone, L. :					
(coronule exclue)	600-1 000- (1 200) µm	800-850 µm	700 µm	710-975 µm	720-990 µm
l. :	400-575 µm	550-600 µm	600 µm	405-450 µm	315-530 µm
Spires :	11-15	10-11	12-13	11-13	8-10
Coronule, ht. :	90-135 µm	-	ca 90 µm	100-135 µm	90-120 µm
l. : base	120-300 µm	-	ca 155 µm	135-180 µm	200-250 µm
Oospore, L. :	(530)-600-750 µm	-	500-550 µm	525-670 µm	540-720 µm
l. :	275-430 µm	-	420-460 µm	312-345 µm	250-330 µm
Crêtes	(8)-10-12	8-10	10-11	9-11	8-10
Griffes	courtes	-	-	-	très courtes
Intervalle	ca 60 µm	-	-	ca 60 µm	ca 72 µm
Membrane	finement granulée	-	-	finement granulée	granulée
Anthéridie, d. :	400-500 µm	petite	ca 400 µm	356-525 µm	270-335 µm
Ecussons	8	-	-	8	8
Bulbilles	occasionnelles	-	communes	?	agglomérées
Position des gamétanges sur les phylloïdes	conjointes aux nœuds, rarement à la base	conjointes aux nœuds	conjointes aux nœuds	disjointes aux nœuds, agglomérées à la base	conjointes aux nœuds, jamais à la base

1. CORILLION (1957a) ; 2. CORILLION (1975) ; 3. GUERLESQUIN *et al.* (1987) ; 4. DONTBERG (1984).

**Tableau 2** Clé systématique des principaux taxons du genre *Lamprothamnium*.

**Table 2** Key to the main taxa of the genus *Lamprothamnium*<sup>1</sup>.

* Stipulodes réguliers et bien développés, oogone située sous ou à côté de l'anthéridie	
• Phylloïdes composés de 4-5 segments, gamétanges localisés aux nœuds et à la base des phylloïdes	<i>Lamprothamnium papulosum</i>
◊ Phylloïdes courts, de 0,2 à 3 cm	var. <i>papulosum</i>
= stipulodes courts à longs	
+ Verticilles de phylloïdes se recouvrant partiellement et formant un épi terminal	
• Plantes hautes de plus de 5 cm	
- Bractées développées	f. <i>papulosum</i>
- Bractées rares	f. <i>carrissoi</i>
• Petites plantes, de moins de 5 cm de haut	f. <i>pouzolsii</i>
+ Verticilles de phylloïdes bien développés et isolés	f. <i>aragonense</i>
= Stipulodes très longs	f. <i>macropogon</i>
◊ Phylloïdes très longs, 5 à 7 cm	var. <i>toletanum</i>
• Phylloïdes composés de 3-4 segments, gamétanges situés aux nœuds des phylloïdes	<i>Lamprothamnium Hansenii</i>
* Stipulodes irréguliers ou absents, oogone située au-dessus ou à côté de l'anthéridie	
• Gamétanges réunis aux nœuds des phylloïdes et jamais à leur base	<i>Lamprothamnium Haesseliae</i>
• Gamétanges séparés sur les nœuds des phylloïdes et groupés à l'intérieur et à l'extérieur de la base des phylloïdes	<i>Lamprothamnium succinctum</i>

1. En l'absence de diagnose chiffrée, il est difficile d'introduire *Lamprothamnium papulosum* ssp. *mediterraneum* MG dans la clé.

## NOMBRES CHROMOSOMIQUES

Plusieurs nombres chromosomiques ont été publiés chez différents taxons de *Lamprothamnium*.

### a) *L. papulosum* J. Gr.

France,	n = ca 25, ca 50	GUERLESQUIN (1967, 1984)
Allemagne,	n = ca 50	LINDENBEIN (1927)
Danemark,	• n = 56	HOTCHKISS (1966)
Ouzbekistan,	n = 70, 72	PESHKOV <i>et al.</i> (1973, 1974)
Australie,	n = 14, 28, 30	WOOD (1972)

### b) *L. macropogon* (A. Br.) Ophel

Australie	n = 28	HOTCHKISS (1963)
	n = 28	DAILY (1969)
	n = 56	HOTCHKISS (1966)

### c) *L. succinctum* (A. Br. in Asch.) RDW

Inde	n = 14	NOOR (1969/70)
	n = 42	KHAN et SARMA (1980)
Nouvelle Calédonie	n = 42	WOOD (1965)

### d) *L. succinctum* var. *australiensis* Daily

Australie	n = 42	DAILY (1969)
-----------	--------	--------------

Doute ou/et confusion subsistent sur l'identité des *Lamprothamnium* d'Australie : « On morphological grounds, the examples were difficult to distinguish as *L. papulosum*, *L. succinctum*, or weak examples of *C. corallina*... The n = 14 material is possibly *C. corallina* Klein ex Willd. » (WOOD, 1972 : 38-39).

## CYCLE DE DÉVELOPPEMENT

Après un temps de dormance souvent long, la germination s'opère en eau à faible salinité et à température douce. Le substrat meuble repose sur de la vase compacte et salée dans des milieux souvent peu profonds, ensoleillés donc à échauffement diurne notable. En effet, c'est le seul genre de Characées dont toutes les formes peuvent supporter de larges et soudaines fluctuations du taux de salinité (communication orale de R. CORILLION).

En raison des biotopes très souvent temporaires, le cycle de végétation des plantes se déroule assez rapidement. Deux schémas sont proposés.

a) *L. papulosum*, seule espèce connue en France, est une plante héliophile de dimension très variable. Elle croît à la surface du sable meuble reposant sur de la vase dense compacte et salée (tangue) dans des milieux souvent peu profonds, donc à échauffement diurne notable dès le printemps.

Au début de la croissance, les plantes se développent le plus souvent dans des eaux à faible teneur en chlorures (période de forte pluie et/ou d'inondations) qui augmente progressivement par évaporation jusqu'à atteindre de fortes concentrations en chlorures, dépassant celles de la mer (de 1,3 à 35 et jusqu'à 69 g. l<sup>-1</sup>) ; de la germination des zygotes jusqu'à la formation des plantes fertiles, le processus demande de trois à quatre mois (CORILLION, 1957a, 1975 ; DUBOIS, 1968 ; GUERLESQUIN et PODLEJSKI, 1980).

b) Récemment découvert dans le sud marocain aux confins du Sahara, *L. succinctum* prospérait dans une guelta (1 km de long et 300 m de large) remplie d'eau en janvier 1985 à partir des crues de l'oued Aouedri après six années d'assèchement complet (GUERLESQUIN *et al.*, 1987). « Durant les 18 mois de mise en eau, les températures de l'eau étaient comprises entre 18 et 28° C et la salinité est passée de 22 g. l<sup>-1</sup> au début de la submersion à 40 g. l<sup>-1</sup> avant l'assèchement. Les premiers sujets sont apparus en juin sur un substrat sablo-limoneux. Le recouvrement de la végétation devient important en août (35 %) avec une hauteur moyenne des sujets de 8 cm. Les gamétanges, visibles dès septembre, parviennent à maturité en octobre, leur maturation étant favorisée par une luminosité intense et une température diurne élevée. A partir de novembre, l'espèce disparaît de la station et les conditions défavorables du milieu (notamment faible hauteur d'eau) n'ont pas permis le développement de sujets l'année suivante ». Cet exemple met en évidence la résistance des oospores à un long assèchement et la persistance pendant plusieurs années de leur pouvoir de germination.

### ÉCOLOGIE (tableau 3)

Les espèces de *Lamprothamnium* sont, dans l'ensemble, héliophiles et adaptées aux eaux salées ou saumâtres, chlorurées (à NaCl et MgCl<sup>2</sup>) ou sulfatées calciques à taux de salinité très variable. Elles peuvent survivre dans des conditions extrêmes telles que :

- de soudaines variations du niveau d'eau entraînant une importante et rapide fluctuation de la salinité qui varie de l'eau presque douce à une eau hypersaline par intense évaporation ou vice-versa après un orage estival important,
- l'assèchement des biotopes souvent prolongé pendant quelques mois (marais salants) ou plusieurs années (COMIN *et al.*, 1983 ; GUERLESQUIN *et al.*, 1987),
- l'insolation intense responsable notamment d'une température élevée de l'eau et de la diminution de son taux en oxygène dissous.

Ces conditions peuvent être la cause des variations morphologiques observées dans les dimensions du thalle : ainsi les axes de *L. papulosum* mesurent de 0,05 à 0,20 m de haut dans les marais salants peu profonds de la côte atlantique française (CORILLION, 1953), plus de 0,80 m dans l'arrière estuaire de l'Oued Yquem à une profondeur atteignant un mètre (GUERLESQUIN, 1978).

Le tableau 3 donne quelques mesures physico-chimiques signalées dans certains milieux aquatiques où se développe *L. papulosum* en Europe de l'ouest.

**Tableau 3** Composition physico-chimique des eaux d'Europe occidentale dans lesquelles croît *Lamprothamnium papulosum*.

**Table 3** Physicochemical composition of the waters in which *Lamprothamnium papulosum* grows in Western Europe.

	1	2	3	4	5	
Cl <sup>-</sup>	g.l <sup>-1</sup>	38	33,9	14-46	52-59	9-37
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	"	59,2	61,79	7,9-24,5	-	-
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	"	2,6	4,31	-	-	-
Ca <sup>++</sup>	"	7,7	13,08	0,3-0,8	-	-
K <sup>+</sup>	"	3	0,69	0,2-0,9	-	-
Mg <sup>++</sup>	"	65,9	61,52	1,9-10,2	-	-
Na <sup>+</sup>	"	23,2	24,6	5,9-22,1	-	-
P total	mg.l <sup>-1</sup>	-	-	1,5-8	-	-
N/NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	"	-	-	4-8 (25)	-	-
N/NO <sub>2</sub>	"	-	-	0,5-2,5	-	-
Concentration en sel	g.l <sup>-1</sup>	85-170	-	32-43 (-105)	-	-
pH		-	7,8	-	-	-
Altitude		664 m	684 m	1020 m	0,5 m	-
Biotope		temporaire	temporaire	permanent	permanent	permanent
Profondeur		-	18-30 cm	(60)-110-250 cm	-	-
Date		mai 1975	mai 1975	sept. 80-oct. 81	août 1976	-

1. Laguna de Alcabo et 2. Laguna de Deshesilla, Ciudad Real d'après CIRUJANO (1980) ; 3. Lac Gallocanta, Aragon d'après COMIN *et al.* (1983) ; 4. Etang du Vaisseau, Camargue, d'après GUERLESQUIN *et al.* (1980) ; 5. Grande-Bretagne d'après DANIEL *et al.* (1980).

Il faut noter l'amplitude de variations des taux mesurés pour quelques composants tels que :

Cl<sup>-</sup> : de 9 à 50g.l<sup>-1</sup>

SO<sub>4</sub><sup>--</sup> : de 7,9 à 61,8 g.l<sup>-1</sup>

Mg<sup>++</sup> : de 1,9 à 65,9 g.l<sup>-1</sup>

Les biotopes dans lesquels se développent les espèces de *Lamprothamnium* peuvent être regroupés comme suit :

a) Lagunes et marais salants côtiers en eau stagnante permanente ou temporaire : Danemark (OLSEN, 1944), Grande-Bretagne (MOORE et GREENE, 1983), France (CORILLON, 1953, 1957 a et b ; GUERLESQUIN et CORILLON, 1961 ; PARRIAUD, 1975 ; GUERLESQUIN et PODLEJSKI, 1980), Yougoslavie (LOVRIC, 1979, 1980), Italie (BRULLO et FURNARI, 1976), etc.

b) Ruisseaux et oueds aux eaux alcalino-saumâtres : Espagne (BOIRA et CARRETERO, 1985 ; COMELLES, 1981, 1984 ; MARGALEF, 1981) ; Maroc (GUERLESQUIN, 1978 ; GUERLESQUIN *et al.*, 1987) ; Portugal (I.D.E.S.O., 1973).

c) Lagune d'Australie (BROCK, 1981 ; BURNE *et al.*, 1980 ; DELROY, 1974).

d) Dépressions continentales dans des terrains halophiles : Espagne (COMIN *et al.*, 1983 ; CIRUJANO, 1980, 1982), Lybie (COMPERE, 1986), Inde (KHAN, 1980).

Les conditions climatiques extrêmes, telle la grande sécheresse, ont fait disparaître en 1981 du lac Gallocanta (Espagne du nord) le *L. papulosum* qui y était florissant de 1977 à la fin de 1980 (COMIN *et al.*, 1983) : l'abaissement du niveau d'eau a entraîné une concentration très élevée en sels dissous (105 g. l<sup>-1</sup>) due à une intense évaporation estivale non compensée par la pluie. Le lac fut asséché trois fois au cours de ce siècle. Pendant combien de temps, *L. papulosum* et les Characées qui lui sont associées pourront-ils se maintenir dans ce lac ?

e) Lacs d'eau saumâtre, continentaux, leurs émissaires et leurs tributaires : Argentine (DONTERBERG, 1984), lac Titicaca (GUERLESQUIN, 1981).

## VÉGÉTATIONS ASSOCIÉES

En Europe, les espèces de *Lamprothamnium* se développent soit assez souvent en végétations monospécifiques plus ou moins denses, soit associées à d'autres Characées halophiles telles que *Chara galioides* DC., *C. canescens* Desv. & Lois., *Tolypella hispanica* Nordst., *C. baltica* Bruz., quelquefois *C. major* Vaillant. Des Cyanophycées peuplent également ces milieux : *Lyngbya*, *Spirulina*, *Chroococcus*, *Microcystis* ainsi que des Chlorophycées Chlorococcacées, *Cladophora*, parfois des Enteromorphes et des Ulves. Parmi les Angiospermes dominant les *Ruppia*, *Zannichellia*, *Potamogeton pectinatus* L., *Groenlandia densa* (L.) Fourr., plus rarement *Althenia filiformis* Petit, *Zostera noltii* Horn, *Z. nana* Roth. (CORILLION, 1953, 1957 ; COMIN *et al.*, 1983 ; CIRUJANO, 1980, 1982 ; MARGALEF, 1981).

## RÉPARTITION (cartes 1 & 2)

CORILLION (1953 ; 1957a, cartes 36, 37 et 62 ; 1957b carte 22) recense une très grande partie des localités publiées depuis le XIX<sup>e</sup> siècle. Les travaux plus récents, notamment de CIRUJANO (1980, 1982), COMELLES (1981, 1984), DAILY (1967, 1969), DANIEL *et al.*, (1980), GROVES (1916), HOTCHKISS (1963, 1966), LOVRIC (1979, 1980), MOORE et GREENE (1983), NOOR (1969-70), OLSEN (1944), PESHKOV *et al.*, (1973, 1974), WOOD (1972, 1978), WOOD et IMAHORI (1965), etc. ainsi que certaines collections d'herbier ont permis de dresser deux cartes de répartition des espèces de *Lamprothamnium* ; mais dans la plupart des cas, il n'est pas possible de préciser d'une part si les stations sont



**Carte 1** Répartition géographique des taxons de *Lamprothamnium* en Europe occidentale :

**Map 1** *Geographical distribution of the taxa of Lamprothamnium in Western Europe* : *L. Aragonense*, ☆ ; *L. Carrissoi*, ⊙ ; *L. hansenii*, ■ ; *L. mediterraneum*, ▼ ; *L. papulosum*, ● ; *L. toletanum*, ★ ; localités disparues, V.

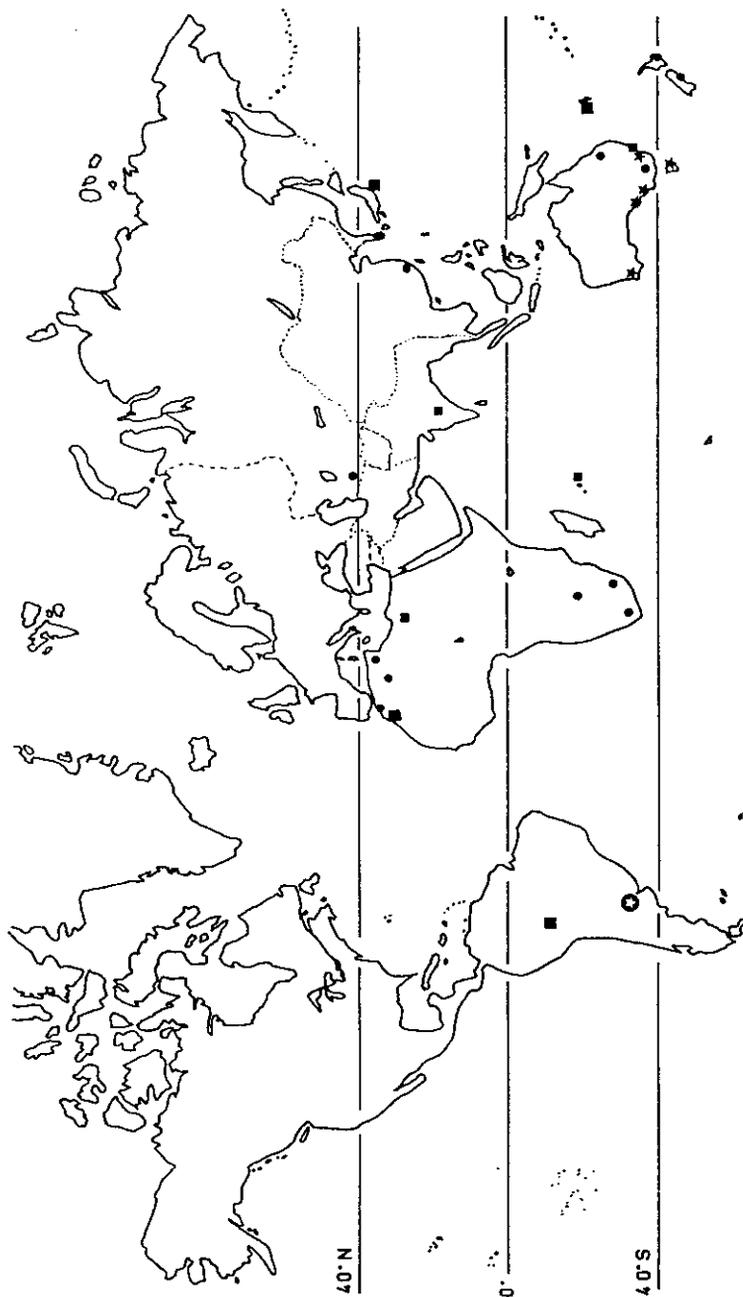


Figure 2 Répartition géographique des taxons de *Lamprothamnium* dans le monde à l'exclusion de l'Europe :

Figure 2 Geographical distribution of the taxa of *Lamprothamnium* in the world (excluding Europe) : *L. haesseliae*, ● ; *L. pulosum*, ● ; *L. succinctum*, ■.

conservées en bon état et d'autre part si la plante s'y maintient. En effet en France, *L. papulosum* n'a pas été revu depuis une dizaine d'années à Noirmoutier, en Charente-Maritime, à Carnon (Hérault), à Hyères. En Ille-et-Vilaine, CORILLION (1953) considérait les 2 stations comme « éteintes ».

D'après l'Atlas de MOORE et GREENE (1983), le British Museum (Natural History) possède 23 spécimens de *L. papulosum* alors que 27 sites sont localisés dans 4 des carrés de la carte de Grande Bretagne (normes United Kingdom). Quatorze spécimens proviennent de récoltes antérieures à 1904, un fut récolté en 1933, huit datent de 1973 ou sont postérieurs.

## CONCLUSIONS

a) GRAMBAST (1974) date de l'éocène moyen l'apparition du genre *Lamprothamnium* J. Gr. tandis que, pour FEIST *et al.* (1991), celui-ci remonterait au Crétacé inférieur. Les espèces fossiles de ce genre jouent un rôle important d'une part dans la datation des terrains sédimentaires, d'autre part en paléécologie comme indicateur de la présence de milieux salins. Ne comprenant qu'une dizaine de taxons, le genre *Lamprothamnium* correspondrait-il à une fin de phylum ?

b) C'est un genre très vulnérable en raison des biotopes particuliers et très fragiles qu'il colonise. Comme toutes les Characées, il s'agit de plantes pionnières qui disparaissent à plus ou moins long terme face à l'inévitable concurrence végétale ainsi qu'à la pollution croissante des milieux aquatiques. Les sites côtiers qui sont souvent des localités de prédilection pour les espèces de *Lamprothamnium* sont fréquemment menacés par :

- le développement des aménagements touristiques,
- l'assèchement des zones humides "insalubres" à des fins d'urbanisation,
- l'abandon des marais salants artisanaux (côtes atlantique et méditerranéenne),
- le comblement des lagunes arrière-littorales pour construire des routes en corniche, etc.

c) Il est donc très urgent de veiller au maintien en état des quelques localités françaises qui abritent encore *L. papulosum* et d'imiter les scientifiques britanniques en sollicitant leur protection efficace.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(citées dans le texte ou qui ont servi à dresser les cartes)

- BOIRA H., CARRETERO J.L., 1985. Las Caroficeas de las provincias de Castellon y Valencia. *Collect. bot.*, 16 (1), 13-18.
- BROCK M.A., 1981. The ecology of halophytes in the South-East of South Australia. *Hydrobiologia*, 81/82 : 23-32. • -
- BRULLO S., FURNARI F., 1976. Le associazioni vegetali degli ambienti palustri costieri della Sicilia. *Not. Fitosoc.*, 11, 1-43.
- BURNE R.V., BAULD J., DECKKER P. de., 1980. Saline lake Charophytes and their geological significance. *Journ. Sed. Petrology*, 50 (1), 281-293.
- CIRUJANO S., 1980. Las lagunas manchegas y su vegetacion I. *An. Jardin Bot. Madrid*, 37 (1), 155-191.
- CIRUJANO S., 1982. Aportaciones a la flora de les saladares Castellanos. *An. Jardin Bot. Madrid*, 39 (1), 167-173.
- COMELLES M., 1981. Contribucio al coneixement de les Carofices d'Espanya. *Collect. bot.*, 12 (6), 97-103.
- COMELLES M., 1984. Noves citacions de Carofits a Espanya. *Bull. Inst. Cat. Hist. nat.*, 51 (sec. bot., 5), 35-39.
- COMIN F.A., ALONSO M., LOPEZ P., COMELLES M., 1983. Limnology of Gallocanta Lake, Aragon, Northeastern Spain. *Hydrobiologia*, 105, 207-221.
- COMPERE P., 1986. Algues récoltées par J. Léonard dans le désert de Libye. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 56 (1/2), 11-12.
- CORILLION R., 1953. *Lamprothamnium papulosum* J. Groves. *Bull. Soc. sci. Bretagne*, 28, 33-41.
- CORILLION R., 1957a. Les Charophycées de France et d'Europe occidentale. *Bull. Soc. sci. Bretagne*, 32 (fasc. h. -s.), 499 p.
- CORILLION R., 1957b. Sur la répartition géographique des Charophycées vivantes. *C. R. Soc. Biogéogr.*, 300, 122-156.
- CORILLION R., 1975. Flore des Charophytes (Characées) du Massif armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale in *Flore et végétation du Massif Armoricain* par Des Abbayes *et al.*, Jouve, Paris, tome IV, 216 p.
- DAILY F.K., 1967. *Lamprothamnium* in America. *J. Phycol.*, U.S.A., 3 (4), 201-207.
- DAILY F.K., 1969. A *Lamprothamnium succinctum* (Characeae) with imperfect cortex. *Bull. Torrey Bot. Club*, 96 (6), 656-660.
- DANIEL G.F., JONES M., FARNHAM W.F., 1980. The distribution of the Charophyte *Lamprothamnium papulosum*. *Br. Phycol. Jour.*, 15, 194.
- DELROY L.B., 1974. The food of waterfowl (Anatidae) in the Southern Coorong saltwater habitat of South Australia. *South Austr. Ornithol.*, 26, 157-163.
- DONTERBERG C.C.C., 1984. *Lamprothamnium haesseliae* C.C.Dont. nov. sp., una nueva Characeae para la Argentina. *Comm. Mus. Argent. Cienc. nat.* « Bernardino Rivadavia », *Inst. nac. invest. cienc. nat. Bot.*, 11 (14) : 93-102.
- DUBOIS A., 1968. Observations sur la morphologie et la biologie des formes naines de *Lamprothamnium papulosum* J. Gr. (Characées). *Nat. monspel., Bot.*, 19, 37-41.
- FEIST M., BHATIA S. B., YADAGIRI P., 1991. On the oldest representative of the Family Characeae and its relationships with the Porocharaceae. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 138, *Actual. bot. (1)*. 25-32.
- GRAMBAST L., 1974. Phylogeny of the Charophyta. *Taxon*, 23 (4) : 465.
- GROVES J., 1916. On the name *Lamprothamnium* Braun. *Journ. Bot.*, LIV : 336-337.
- GUERLESQUIN M., 1967. Recherches caryotypiques et cytotoxinomiques chez les Charophycées d'Europe occidentale et d'Afrique du nord. *Bull. Soc. Sci. Bretagne*, 41 (fasc. h. -s.), 265 pages.
- GUERLESQUIN M., 1978. Nouvelle contribution à l'étude des Charophycées du Maroc nord-occidental. II. *Travaux R.C.P.* 249 C.N.R.S., fasc. IV : 109-137.
- GUERLESQUIN M., 1981. Contribution à la connaissance des Characées d'Amérique

- du Sud (Bolivie, Equateur, Guyane française). *Rev. Hydrobiol. trop.*, 14(4), 381-404.
- GUERLESQUIN M., 1984. Nombres chromosomiques et pléidie chez les Charophytes. *Cryptogamie-Algologie*, V (2-3) : 115-126.
- GUERLESQUIN M., CORILLION R., 1961. Compléments de Phytogéographie et d'Ecologie charologiques. *Bull. Soc. Et. sci. Anjou*, nlle sér. 4 : 31-43.
- GUERLESQUIN M., ELKHIATI N., RAMDANI M., VAQUER A., 1987. *Lamprothamnium succinctum* A. Braun, espèce de Characée nouvelle pour le Maroc. *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, 11, 129-133.
- GUERLESQUIN M., PODLEJSKI V., 1980. Characées et végétaux submergés et flottants associés dans quelques milieux Camarguais. *Nat. monspel., Bot.*, 36, 1-20.
- HOTCHKISS A.T., 1963. A first report of chromosome number in the genus *Lychnothamnus* (Rupr.) Leonh. and comparisons with the other Charophyte genera. *Proc. Linnean Soc. New South Wales*, 88 (3) : 368-372.
- HOTCHKISS A.T., 1966. Chromosome numbers in *Lamprothamnium*. *Proc. Linnean Soc. New South Wales*, 91(2) : 118-120.
- I.D.E.S.O., 1973. *Lamprothamnetum papulosi*. *Movimento de Estudantes*, Coimbra, Port., 2, 33-36.
- KHAN M., 1980. Occurrence of *Lamprothamnium* J. Gr. (Charophyta) in India. *Acta Botanica Indica*, 8, 97-98.
- KHAN M., SARMA Y.S.R.K., 1980. New chromosome numbers for Indian Charophyta. *Cell and Chromosome Newsletter*, 3 (2), 24.
- LINDENBEIN W., 1927. Beitrag zur Cytologie der Charales. *Planta*, 4 : 437-466.
- LOVRIC A.Z., 1979. Herbiers benthiques des eaux saumâtres de l'Adriatique orientale. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 25/26(3) : 169-170.
- LOVRIC A.Z. et al., 1980. Endémiques karstiques de l'archipel Adriatique. *Journées Etud. System. et Biogéogr. Médit.*, Cagliari, C.I.E.S.M. : 99-100.
- MARGALEF R., 1981. Distribucion de los macrofitos de las aguas dulces y salobres del E y NE de Espana y dependencia de la composicion química del medio. *Fundacion Juan March, ser. Universitaria*, 15 7, 62 p.
- MOORE J.A., 1991. *Lamprothamnium papulosum*, a pioneer in the conservation of Characeae and their habitats. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 138, *Actual. bot.* (1), 73-74.
- MOORE J.A., GREENE M.D., 1983. Provisional atlas and catalogue of British Museum (Natural History) specimens of the Characeae. *Biol. Records Centre, Huntingdon*, 121 p.
- NOOR M.N., 1969-70. A preliminary report on chromosome numbers of some Indian Characeae. *Journ. Ranchi Univ.*, 6-7, 232-239.
- OLSEN S., 1944. Danish Charophyta : chorological, ecological and biological investigations. *Kongel Danske Vidensk. Selskab, Biol. Skrifter*, III (1) : 1-240.
- PARRIAUD H., 1975. Recherches phytécologiques sur le bassin d'Arcachon : les ceintures de végétation et leurs relations avec les marées. *Le Botaniste*, LVII : 167-312.
- PESHKOV M.A., MIRSAIDOV T.I., TIKHOMIROVA L.A., 1973. Etude caryologique de quelques espèces d'algues du genre *Chara* de l'Ouzbékistan. *Uzbek. biol. Zh.*, S.S.S.R., 17 (4), 36-38.
- PESHKOV M.A., MIRSAIDOV T.I., TIKHOMIROVA L.A., 1974. Etude des nombres chromosomiques et des caryotypes approximatifs de quelques Algues du genre *Chara* en Ouzbékistan. *Izvest. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, 5, 672-681.
- WOOD R.D., 1965. Characeae of New Caledonia. *Rev. Algologique*, 8 (1), 10-42.
- WOOD R.D., 1972. Characeae of Australia. *Nova Hedwigia*, 22 (1-2), 1-120.
- WOOD R.D., 1978. Charophyta in *Flora of Southern Africa, Cryptogams*, 9, 1-56.
- WOOD R.D., IMAHORI K., 1964, 1965. A revision of the Characeae. I : Monograph of the Characeae, 1965, p. 327-344 ; II. Iconograph of the Characeae, Cramer ed. Weinheim, 1964, 395 pl.